

# 土壤学的发展及其研究前景\*

赵其国

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤是地球上岩石圈、大气圈、水圈和生物圈交界面上的一个独立的历史自然体。是人类赖以生存的重要资源,也是人类和陆地生物栖息和繁衍的基地。土壤的发生、发育和演变过程,既是自然界物质循环和能量转换过程的组成部分,又是人类生存环境变化的具体反映。土壤学与环境科学、地学、生物学及农学等的关系至为密切,并与这些学科交叉发展。因此,土壤学的基本任务是研究土壤的物质来源、组成、结构和演变规律;研究土壤与植物生长和环境条件的相互关系,从而为合理利用和保护土壤资源,提高与培育土壤肥力,促进和改善人类生活环境提供科学依据。

由于土壤学在自然界和人类活动中所处的位置及作用,特别是由于当今世界面临人口增长与生态环境保护的矛盾日益突出,因而土壤学成为一门被普遍关注的科学,并正围绕全球性环境生态问题向宏观及微观两个方面深入发展。其研究内容及发展前景有以下几个方面。

## 一、土壤资源及生态环境的研究

这是土壤学宏观研究的重要方面。主要围绕人与环境资源的关系,解决人类未来粮食需求问题。据统计,到2000年世界人口达61亿时,粮食应净增6亿吨,即需在现有耕地15亿公顷基础上扩垦耕地2亿公顷。对此,联合国粮农组织及教科文组织通过对世界陆地生态圈、世界土壤资源图及世界土壤宪章等项研究,规定了土地资源开垦和保持与改善环境等国际政策;国际地圈生物圈计划(IGBP)也提出影响生态环境的土壤资源在自然条件及人为条件下的变化。这些情况说明,当前国际上对土壤资源及生态环境的研究给予了充分重视。我国人口增长与粮食生产的矛盾也极为突出。到2000年,人口若增至12亿,在耕地总面积不太可能扩大的情况下,人均粮食按500公斤计,则粮食总产应比1984年增加80%。因此,围绕满足21世纪我国人口增长和粮食需求,今后应开展人类活动对我国生态环境影响及其对策的研究。其内容包括三个方面,一是在人类活动影响下,我国环境生态良性循环规律与经验总结,包括土壤肥力实质、高低产土壤肥力的培育与提高、热带亚热带地区农业的综合配置、长江流域的多熟制与集约耕作、沙漠的固沙造林、黄淮海平原旱涝盐碱综合治理等;二是人类活动引起环境生态的恶化趋向,包括土壤退化与不同土壤肥力减退规律、水土流失规律与预测、土壤沼泽化、盐渍化与沙漠化的演替与发展、森林及草原更替与退化趋势等;三是建立高效能、高生产的环境生态良性循环示范模式,包括热带亚热带、长江中下游、华北平原、西北高原、东

\* 本文在编写中引用了“土壤学科发展趋势和设想汇编”(南京土壤所1987年编印)中的有关资料,并请所学术委员会委员作了修改。本文曾在1987年召开的中科院地学部会议分组会上进行过宣读。

北森林和沼泽及山地丘陵等六个区。我所已经建立的封丘生态农业开放研究试验站和红壤生态农业试验站为上述研究提供了良好的基地。通过研究,提出一批我国不同地带与地区高经济、生态及社会效益的环境生态示范模式,为21世纪提高我国土壤资源生产承载能力,满足人类对生物产品的需求提供科学依据。

## 二、土壤圈物质平衡与循环的研究

主要围绕提高土壤生产力,研究土壤圈中物质循环各个过程的机理、速率及其调节。目前国际上正集中研究土壤圈C、N、S、P循环,并开始注意对土壤和大气界面物质和能量流的研究。我国在这方面的研究应以土壤—植物系统为重点,充分利用土壤圈物质循环开放实验室的有利条件,探明土壤系统中,特别是农业生态系统中C、N、S、P循环的强度以及物理学、化学和生物学的作用,为建立优质、高产、低耗和有利于环境保护的农业生态系统提供理论依据。主要内容包括:土壤圈中C、N、S、P的循环、转化及条件;土壤中营养元素的供应能力、过程及其与植物生长的关系;土壤水分的循环、平衡及溶质运动规律;岩石、大气、水和生物圈对土壤圈物质循环的影响;农业生态系统中有机质的分解和转化速率;金属元素在土壤中的形态及其生态效应;土壤中某些化学元素的地球化学空间分异及其与植物生长、动物和人类健康的关系;不同生态系统中土壤微生物对土壤物质,包括有益物质(植物营养元素)和有害物质(污染物)的转化作用及其调控。

## 三、土壤胶体表面性质等研究

土壤胶体表面是土壤中带电粒子之间进行相互作用的主要场所。而带电粒子,包括胶粒、离子、质子及电子之间相互作用及其化学表现,正是当前土壤学微观研究的核心。鉴于胶体表面与环境生态、地质、地理及海洋学等关系至为密切,土壤胶体表面性质的研究是近代土壤化学研究中最活跃的一个分支。因此,1978年国际土壤学会11届代表大会建议成立了“土壤胶体表面本质与特性”工作组。今后我国在这方面的研究内容应包括:1.土壤固相物质(粘土矿物、氧化物、有机质)的组成与其表面活性基团的关系及对胶体表面性质的影响;2.胶体表面正负电荷的变异规律,可变与恒电荷共存体系的情况及其影响因素;3.胶体对离子的静电吸附及专性吸附作用,包括阴、阳离子吸附与胶体表面电荷的关系、吸附机理及吸附后对胶体表面性质的影响,以及多价阴、阳离子专性吸附和解吸动力学;4.胶体表面对低分子量有机离子和分子的吸附,包括对有机农药、有机污染物及土壤有机质的分解产物的吸附机理及对其生物活性的影响;5.胶体表面与氢离子的作用,主要研究有机和无机胶体表面上氢离子的吸附和解吸作用,氢—铝转化过程,土壤酸化作用和酸度;6.电子传递(氧化还原)作用,即研究土壤中电子传递与胶体表面性质的关系,各种氧化还原体系间的化学平衡等等。此外,当前土壤环境化学也是土壤化学发展的一个前沿。根据国际发展趋势,我国今后应从事高度异相分散体系稳定性、重金属离子和多价含氧离子在土壤中的形态、转化及土壤对其缓冲性能和容量等方面的研究。在土壤生物化学及土壤微生物学性质方面,今后应采用比较与模拟法,进一步研究土壤腐殖物质的组成、结构及其形成规律;土壤对重金属污染物承载容量的微生物指标;根际微生物与植物生长和土壤肥力的关系;微生物对土壤氮素、磷素转化的生态效应和机理。在土壤物理性质方面,正朝土壤环境力学方面发展。今后在这一方面将着重研究土壤结构的形成及其功能(土壤物理生态学);土壤和其他多孔介质的物理性质及其与水分的相互关系(土壤水力学);土壤环境中的各种物理过程参数的实测和电算模拟

(应用环境力学)等。

总之,上述各种土壤性质研究,都是围绕着保护土壤资源、保持和提高土壤肥力、防止和治理土壤污染、改善生态环境等方面进行的。这是国际发展的总趋势,也是我们今后应该加强研究的方面。

#### 四、土壤肥力实质与演变规律的研究

土壤肥力的提高与培育是增产粮食,满足人口不断增长需求的根本途径。据统计,在地球上10%的耕种土壤中有三分之二属低产高消耗的类型。其中砂化和盐渍化的占23%,渍水冷冻的占6%,土层薄而有毒害的22%,不宜垦用的为28%,有严重限制因素的21%。目前国际上正集中研究低产土壤肥力与利用方式的关系,探求保持与提高土壤肥力的最佳途径。有的学者开展养分化学与生物有效性关系的研究,企图进一步提高养分实际有效性,以满足植物生长要求。我国当前三分之一的耗地产量甚低,土壤肥力急待提高,另有三分之一产量虽较高,但土壤肥力需不断培育。今后除在实际中应将土壤改良和培育工作放在重要地位,利用不断形成的研究成果,建立区域节肥、高效能施肥的各种试验网点外,应注重理论研究,结合土壤—植物营养化学性质的研究。开展土壤肥力和层次结构与功能、土壤退化原因与机理、植物营养元素在土壤中的形态转化及供应能力、土壤及根际营养环境与土壤养分有效性关系;新型化肥及其施用技术对土壤生态环境的影响、高效能施肥的各种模式和体系等方面的研究。

#### 五、土壤发生分类的研究

这是土壤资源评价、土壤制图和土壤利用改良的重要依据,也是土壤学的核心。国际上现在从静态成土因子的描述,向按热动力学研究土壤中物质运动的方向发展。同时通过长期动态观察,研究水能和热能运转与土壤发生的关系,得出各种典型的土壤发生模式。运用数学及“诊断土层和诊断特性”鉴定法,将土壤分类由定性引向定量与指标化的方向,同时不断注意将土壤发生分类研究与实际应用紧密结合。为此,今后我国土壤发生分类的研究,应在建立不同地区(如西北、华北、华南等)长期定位观测、深入研究土壤动态发生特性和过程的基础上(重点是不同土壤的元素空间分异、迁移特征及土壤—植物间元素交换规律),全面建立以诊断层、诊断特性为依据的土壤分类数量指标,尽快建立并逐步完善我国自己的土壤系统分类制。运用遥感技术与航、卫片手段,逐步完成全国1:100万土壤图的编制。建立完整的土壤制图及土壤资源评价原则和方法。

此外,我国土壤侵蚀规律及其防治;土壤盐渍化的发生与防止;土壤水盐运动规律及土壤盐渍化预测预报;土壤生态及环境保护(包括农田、草原、森林生态系统的物质循环及能量传递);城乡经济发展的复合生态系统结构、功能及演变;污染物在水、土、生物体系中的迁移及其调控;金属离子农药在土壤中的形态转化及其环境效应等项研究,都与土壤发生分类研究有紧密联系,也是当今国际上共同关注的研究课题。

#### 六、土壤信息系统与新技术的应用研究

土壤信息系统是对土壤及其环境进行综合分析和应用的系统。目的在于实现土壤及其有关信息的输入、存储、检索、分析、加工及图像、报告等输出功能,为加速土壤学研究向数字、定量及模式化方向发展提供新的途径。当前国际土壤信息系统大都以农业生态环境系统

研究为主,着重收集包括土壤、土壤肥力、气候等环境因子在内的农业与土壤资源信息,以便对施肥、灌溉等各种农业技术进行监控、建模,进而向具有系统分析和人工智能特色的信息系统方向发展。针对上述情况,我国首先应从农业生态环境信息系统入手,通过对土壤、土壤肥力、气象、作物品种及农业经济等数值信息的采集,输入和加工,从而加速农业生态研究,达到数量化、模式化,为实现农业生产的预报预控创造条件;其次再发展我国的土壤资源信息系统,研究内容包括土壤信息的处理与应用、土壤信息处理中的模式识别和判断、土壤信息的计算机模拟、土壤数据库的管理:土壤信息采集和信息本身的标准化、规范化问题等。

另外,随着光谱、质谱、色谱及电化学分析技术向土壤科学的渗透,使得土壤测试新技术有很大推进,并使土壤基本性质的研究愈加深入。我国今后一方面要在土壤学研究中不断应用现代分析技术的最新成就,另一方面要加紧对土壤养分大批量快速分析方法及技术的研究,以适应我国土壤科学发展的需要。

土壤学的发展历史仅有百余年。它在理论上曾有过显著的突破。例如道库恰耶夫对土壤地理与发生分类;盖德洛依茨对土壤吸附性能;李比希对植物营养;海尔里盖尔对根瘤菌的固氮性能等都有过划时代的贡献。当前土壤学在有关学科的发展与推动下,正处于新的重大突破的前夕。可以预见,在2000年前后,我国土壤学必将在土壤资源环境保护、土壤圈物质循环、土壤胶体表面性质、土壤肥力的培育与提高、化肥及营养元素长效肥的研制、固氮根瘤菌的移植技术、土壤发生分类、防止土壤退化及土壤信息系统与现代分析技术的应用等方面有新的推进。我国的土壤学不仅将在理论上有新的发展,而且在为国民经济建设中发挥更大的作用。(参考文献略)

#### (上接第9页)

- [4]潘遵谱等,苏州地区氮素化肥合理施用技术研究 IV.后季稻氮肥的用量和用法江苏农业科学,第6期,1—8,1983。
- [5]潘遵谱等,太湖地区氮素化肥合理施用技术研究 VII.单季晚稻氮肥肥效和适宜用量。江苏农业科学,第12期,1—4,1984。
- [6]万传斌等。太湖地区氮素化肥合理施用技术研究 II.小麦氮肥的用量和用法。江苏农业科学,第7期,1—6,1982。
- [7]上海市土肥站等,上海郊区三麦氮肥适宜用量研究。上海农业科技,第6期,5—7,1984。
- [8]朱兆良等,平均适宜施氮量的含义。土壤,18:(6)316—317,1986。
- [9]朱兆良,我国土壤供氮和化肥氮去向研究的进展。土壤,17:(1)2—9,1985。